

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**“The Transactions of the Institute of Electronics, Information and  
Communication Engineers C” 2002/8 Vol. J85-C No.8 pp.624-629**

**Partial English Translation**

[Outline] This paper proposes and studies a new method of excimer laser annealing (ELA) of Si. This amplitude and phase modulated ELA (PAM-ELA) uses a mask on which a light-absorptive thin film is attached, thus it enables gentle change in the laser light intensity distribution on the surface of a sample, while a space between the mask and the sample is maintained narrow. Further, a phase shifter provided on the surface of the mask enables steep change in the light intensity distribution. By using these features, it is possible to form grains of a large size in two-dimensionally controlled positions, in the state where “interval fluctuations” is very small.

THE TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS C

# 電子情報通信学会

## 論文誌

VOL.J85-C NO.8

エレクトロニクス

AUGUST 2002

### 低温または高温多結晶Siとアクティブマトリックス型ディスプレイ用 薄膜トランジスタ論文特集

低温または高温多結晶Siとアクティブマトリックス型ディスプレイ用薄膜トランジスタ  
論文特集の発行にあたって.....松村正清 599

#### 招待論文

CWラテラル結晶化 (CLC) 技術による移動度  $500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を超える新低温ポリ Si TFT 技術  
.....佐々木伸夫 原 明人 竹内文代 菅 勝行 竹井美智子 吉野健一 千田 満 601

TFTの高性能化.....野口 隆 609

反応性熱 CVD 法による多結晶  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  薄膜の低温堆積と TFT への応用  
.....清水耕作 張 建軍 半那純一 616

#### 特集論文

シリコン薄膜の振幅・位相制御エキシマレーザ溶融再結晶化法  
——新しい2-D位置制御大結晶粒形成法—— .....井上弘毅 中田 充 松村正清 624

エキシマレーザアニール poly-Si 膜におけるレーザ照射雰囲気と照射回数が表面  
モフォロジーに与える影響.....菅 勝行 千田 満 原 明人 三島康由 佐々木伸夫 630

電流加熱結晶化法によるシリコン薄膜の結晶化.....安藤伸行 大北圭介 鮫島俊之 639

金属インプリント法による結晶粒位置制御と単結晶 Si 薄膜トランジスタへの応用  
.....牧平憲治 吉井栄仁 浅野種正 644

ラマン分光を用いた TFT-LCD 用ポリシリコンの評価  
.....北原邦紀 野木博行 山崎亮介 長友正文 651

エキシマレーザアニーリングにより形成された多結晶シリコンの成長様式  
——グレイン形状と水素の関係についての検討—— .....河本直哉 松尾直人 阿部 寿 宮井良雄 浜田弘喜 659

光酸化膜と  $\text{SiH}_4$  と  $\text{N}_2\text{O}$  ガスからの PECVD 膜を積層した低温多結晶 Si 薄膜トランジスタ用  
ゲート絶縁膜.....中田行彦 岡本哲也 糸賀隆志 浜田敏正 石井 裕 666

多結晶シリコン薄膜トランジスタの絶縁膜-シリコン界面と結晶粒界のトラップ準位の  
抽出.....木村 睦 野澤陵一 井上 聡 下田達也 Basil On-Kit Lui  
Simon Wing-Bun Tam Piero Migliorato 673

〈裏面へつづく〉

## エレクトロニクスソサイ

社団法人 電子情報通信学会  
THE ELECTRONICS SOCIETY

NEC 玉川図書



0330237570

THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

# 論文

## シリコン薄膜の振幅・位相制御エキシマレーザ溶融再結晶化法 ——新しい2-D位置制御大結晶粒形成法——

井上 弘毅<sup>†\*</sup> 中田 充<sup>†\*\*</sup> 松村 正清<sup>†\*\*\*a)</sup>

### Amplitude and Phase Modulated Excimer-Laser Melt-Regrowth Method of Silicon Thin-Films —— A New Growth Method of 2-D Position-Controlled Large-Grains ——

Kohki INOUE<sup>†\*</sup>, Mitsuru NAKATA<sup>†\*\*</sup>, and Masakiyo MATSUMURA<sup>†\*\*\*a)</sup>

要約

あらまし Si の新しいエキシマレーザ溶融再結晶化 (ELA) 法を提案・検証している。この振幅・位相制御 ELA (PAM-ELA) 法では、光吸収性薄膜を貼付したマスクを用いるので、マスクと試料との間げきを狭く保ちながら試料表面のレーザ光強度分布を緩やかに変化させることができる。また、マスク表面に付加した位相シフトによって、光強度分布を急しゅんに変化させることもできる。これらの特徴を活用すれば、“間隔揺らぎ”の極めて小さな状態で、大結晶粒を2次元的に位置制御して形成できる。

キーワード エキシマレーザアニール、溶融再結晶化、薄膜トランジスタ、結晶粒径、振幅・位相制御法

#### 1. ま え が き

大エネルギーで、短パルス、かつ紫外光のエキシマレーザ光を用いた Si 薄膜の溶融・再結晶化 (ELA: excimer-laser-annealing) 法 [1] は、低温多結晶 Si 薄膜トランジスタ (LT poly-Si TFT: low-temperature poly-silicon thin-film-transistor) の量産技術になっている。しかし、現在の (均一照射の) ELA 法では、結晶の粒径は  $0.1 \mu\text{m}$  程度と極めて小さい。結晶粒界に存在する大量の界面単位のために、TFT は、移動度が  $200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  程度、オン・オフ電流比が  $10^7$  程度と、その特性は単結晶 Si を用いた MOS (metal-oxide-semiconductor) トランジスタの特性に比べて、大幅に劣る。また、しきい電圧の統計的揺らぎも大きい。このため、LT poly-Si TFT の用途は液晶ディスプレイの駆動回路などの狭い範囲にとどまっている。した

がって、もし単一の結晶粒内に TFT が実現できたならば、すなわち TFT のチャネル寸法よりも大きな結晶粒をガラス基板上に形成できたならば、粒界の単位の悪影響が取り除けるので、TFT 特性が大幅に改善されて、プロセッサ、メモリ、センサなどの様々な機能が TFT によりガラス基板上に集積できると期待される。

結晶粒が小さい主因は、均一な光照射のために、Si 薄膜全面が一様に変化するので、高密度かつ均一に結晶核が同時発生することにある。すなわち、ある結晶核が成長を開始するとそれに隣接した結晶核と衝突するので、成長を停止し、大きな結晶にはなれない。したがって、試料表面に沿った何らかの不均一性を導入して、結晶核の発生時刻を空間的に変えれば、隣接した結晶核が発生するまでの時間的余裕内に結晶核が基板の面方向に沿って成長し続けることができる、すなわち、大きな結晶粒を成長できる。この ELA 誘起横方向成長現象は 1992 年に発見された [2]。そして 1990 年代後半に、不均一性の与え方について様々な提案がなされて、実用性が高まった [3]~[7]。

横方向成長 ELA 法の一つである“gradient”法 [3] では、膜表面に沿って Si 薄膜内温度  $T_{\text{Si}}$  の初期値を Si の

<sup>†</sup> 東京工業大学工学部、東京都  
Faculty of Engineering, Tokyo Institute of Technology,  
Tokyo, 152-8552 Japan

\* 現在、(株)半導体エネルギー研究所

\*\* 現在、日本電気(株)NEC ラボラトリーズ機能デバイス研究所

\*\*\* 現在、(株)液晶先端技術開発センター

a) E-mail: matsumura.masakiyo@nifty.com

融点以上にするとともに、それに空間的なこう配を与える。レーザー照射が終了すると、Si膜及びその周辺に蓄積された熱エネルギーは、主に、基板方向へ流出する。Tsiが試料全面にわたってほぼ一様の割合で低下するので、時間の経過に伴って、Tsiが融点にほぼ等しい地点が低初期Tsi領域から高初期Tsi領域の方向に移動する。Tsiが融点以上の領域ではSiは溶融状態を保ち、融点以下の領域ではSiは固化しようとするから、固液界面は横方向に移動して、その結果、結晶が横方向に成長する。結晶の成長距離は、成長開始時間と結晶核の無秩序発生の時間との差でさまる、すなわち、初期Tsi分布に依存する。すなわち、レーザー光強度を空間的に変化させることで延伸できる。光強度を空間的に変調する方法としては、位相シフトをレーザーと試料間に挿入して、フレネル回折を起こさせることが有効である。この位相制御ELA (PMELA: phase-modulated ELA) 法[4]により、既に単ショットで数10 $\mu\text{m}$ の結晶粒が実現されている[8]。また、Si膜内の熱拡散現象をも併用して、結晶粒の2次元位置制御も達成されている[9],[10]。本論文はこのPMELA法に残された課題を明らかにして、それら課題を解消した新しいELA法、すなわち振幅・位相制御ELA (PAM-ELA: Phase and amplitude modulated ELA) 法を提案・検証している。

## 2. PMELA法の問題点のその対策

PMELA法では、透明なマスクの板厚を空間的にわずかに変化させて、そこを通過する光線間に位相差を与え、マスクと試料との間の自由空間における光の干渉現象によって、試料表面上に光強度分布を作る。光吸収や光散乱などの光エネルギーが散逸する現象を利用していないので、100%近くの高い光エネルギー利用効率を得ることも全く不可能とはいえず、原理的にはマスクの光損傷も生じない。また、マスク表面上の段差、すなわち位相シフト、を平面的に並べることにより、結晶粒を2次元的に整列して形成することも可能である。しかしその正確な2次元位置制御には、レーザー光束の平行性に対する要求が厳しいという課題がある。例を図1に示す。レーザー光の波長を $\lambda$ とすれば、回折パターンの主ピーク間の間隔 $\Delta$ は

$$\Delta = \sqrt{8d\lambda} \quad (1)$$

となる。成長可能な結晶粒の大きさはたかだか $\Delta/2$ であるから、5 $\mu\text{m}$ の結晶粒を得るには、 $\lambda=253\text{ nm}$ の

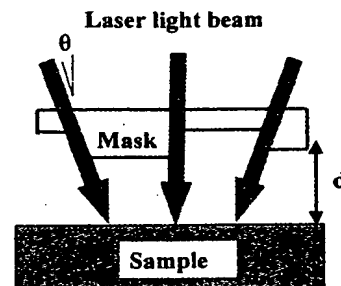


図1 PMELA法における“間隔揺らぎ”の原因  
Fig. 1 Origin of “pitch-change” of crystallized grain in the PMELA method.

場合、試料とマスクの間距離 $d$ は1mm程度になる。一方、レーザー光束が平行からごくわずかに(角度 $\theta$ )だけずれて(収束あるいは発散して)いれば、試料上の光強度パターンには、 $d\theta$ だけの間隔揺らぎが生じる。 $d=1\text{ mm}$ ,  $\theta=0.01^\circ$ とすれば、この“間隔揺らぎ”は約0.2 $\mu\text{m}$ にもなる。“間隔揺らぎ”は、試料表面に沿って累積されるので、これは無視できる値ではない。“間隔揺らぎ”の解消策としては、① $\theta$ の減少、すなわち光学系の改良、あるいは② $d$ の減少、の2通りが挙げられる。

光強度変調は、回折以外の現象を用いても実現できる。具体的には、反射現象、散乱現象、及び吸収現象が考えられる。これら特性のいずれかをもった薄膜が貼付されたマスクを通したレーザー光により試料を照射すれば、PMELA法と同様に、試料表面の光強度を制御できる。この振幅制御ELA (AMELA: amplitude-modulated ELA) 法では、光エネルギーの利用効率の低下やマスクの光損傷という問題は免れられない。しかし、後述するように、数 $\mu\text{m}$ という極めて狭い空間内で所望の光強度分布を作れるので、マスクを試料の直上に置くこと( $d \approx 0$ とすること)が可能であって、“間隔揺らぎ”はけた違いに小さくできる。

## 3. 位相・振幅制御ELA法 (PAM-ELA法) の提案

図2にAMELA法に用いるマスクの基本構造を示す。マスク表面には高耐熱性の光吸収性薄膜が貼付されており、その膜厚は緩やかに変化している。マスクに入射した均一レーザー光の一部がこの薄膜に吸収されるので、マスクを通して試料を照射する光強度には、薄膜の膜厚変化に呼応した分布ができる。この結果、“gradient”法における横方向成長機構が働いて、試料照射光強度の低い領域で発生した結晶核が、高強度領

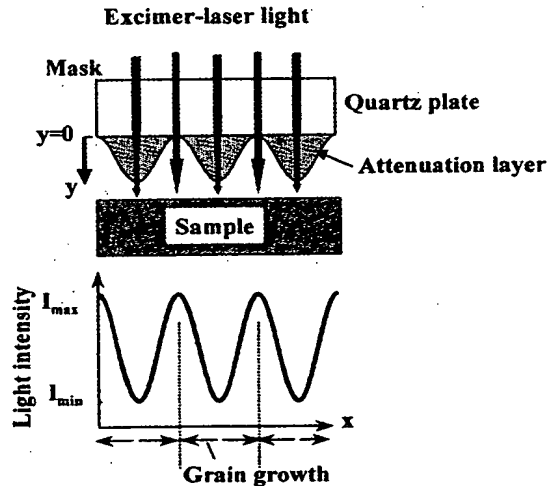


図2 振幅制御 ELA (AM-ELA) 法の概略  
Fig. 2 Schematics of amplitude-modulated ELA (AM-ELA) method.

域に向けて、横方向に成長する。マスクに入射する光強度は  $1 \text{ J/cm}^2$  程度と極めて強い。高強度光がマスクを通過しても光損傷が生じないためには、光吸収性薄膜材料には優れた耐熱性が要求される。この要求は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$  や  $\text{GeO}_2$  などの混合物で満足される [8]。

$y$  方向を光吸収性膜の厚さ方向に選び、薄膜-基板界面を  $y=0$  とする。耐熱限界から決まる薄膜の最大吸収可能エネルギー密度を  $E_{\text{max}}$  とすると、多重反射の影響を無視すれば、光吸収係数  $\alpha(y)$  は

$$\begin{aligned} dI/dy &= -\alpha I \\ &= -E_{\text{max}} \end{aligned} \quad (2)$$

を満たすことが望ましい [11]。したがって、マスクへの入射光強度を  $I_0$  とすれば、 $\alpha$  は

$$\alpha(y) = E_{\text{max}} / (I_0 - yE_{\text{max}}) \quad (3)$$

を満たす必要がある。そして、試料上の任意の点  $x = x$  を照射する光強度の所望値を  $I(x)$  ( $< I_0$ ) と表せば、必要な光吸収性薄膜の厚さ  $t(x)$  は

$$E_{\text{max}} t(x) = I_0 - I(x) \quad (4)$$

で与えられる。すなわち、 $I(x)$  と  $t(x)$  とは線形の関係になる。 $\text{SiON}$  系材料では  $E_{\text{max}}$  は  $5 \text{ kJ/cm}^3$  程度である。 $I_0$  は  $1 \text{ J/cm}^2$  程度である。したがって、光強度をほぼ 100% 変調できる  $\text{SiON}$  薄膜の厚さは  $2 \mu\text{m}$  程度となる。実際に必要な変調率 (= 最小光強度/最大光強度) は 70% 程度であるから、光吸収性薄膜の膜厚は

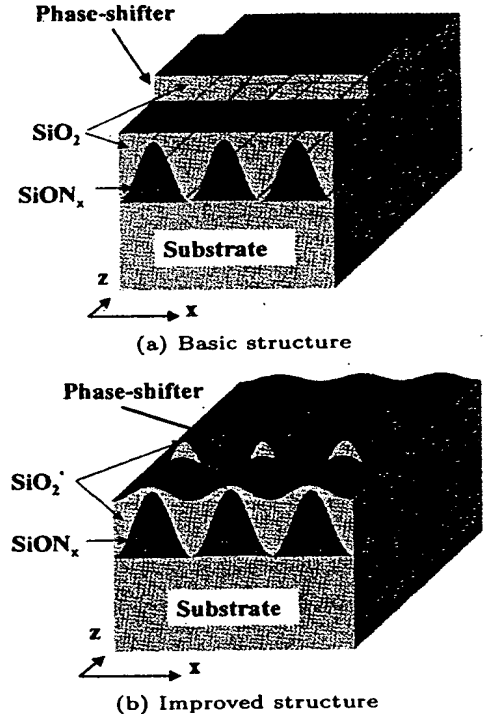


図3 振幅・位相制御 ELA (PAM-ELA) 用マスクの概略  
Fig. 3 Schematics of a mask for amplitude and phase modulated ELA (PAM-ELA).

$1 \mu\text{m}$  以下でよい。

薄膜の厚さが、図2に示したように、一方向 ( $x$  方向) のみに変化するマスクでは、光強度は一次的にしか変化しない。光強度が最低値をとって結晶核が発生する領域は、 $z$  方向に伸びた帯状の形状となる。この領域内で発生した高密度の核から成長を開始した結晶粒は  $x$  方向には衝突がないが、 $z$  方向には直ちに衝突する。したがって結晶粒は、長く細い形状になる。

幅広い結晶粒を得るには、結晶核が発生する空間を帯状ではなく、斑点状アレーのようなごく狭い領域に限ることが必要である。このために、光吸収性薄膜の厚さを2次的に変化させる、すなわち、丘陵状に膜厚を変えることが考えられる。しかし、なだらかな膜厚変化では、核発生を波長程度の極めて狭い領域内に閉じこめることは難しい。波長寸法程度の距離内で膜厚を急しゅんに変化させるには、微細加工が必要になる。

図3に、微細加工が不要で、しかも  $x$  方向には緩やかに、 $z$  方向には急激に変化する光強度分布を実現でき、しかも“間隔揺らぎ”もない ( $d \approx 0$ ) 新しいELA法に用いるマスクを示す。 $x$  方向に膜厚が変化する光吸収性薄膜の表面は透明な薄膜 (例えば  $\text{SiO}_2$ ) で覆わ

れており、しかもその平坦な表面は $x$ 方向に伸びたステップをもっている。マスクを均一に照射したレーザー光は、 $x$ 方向に沿って、光吸収薄膜により緩やかに強度が変化するが、その位相はほぼ変化しない。一方、 $z$ 方向に沿って、光の振幅は一定であるが、その位相はステップによって変調される。この位相差によって回折が起こり、狭いマスク-試料間隙( $d$ )のために、試料表面には $z$ 方向に短ピッチの光強度変調が生じる。溶融Si膜内には大きな熱拡散が生じるので、光強度の主窪み以外はTsi分布にほとんど影響を及ぼさない[9]。この結果、 $x$ 方向には緩やかに変化し、 $z$ 方向には急しゅんな窪みをもった理想的なTsi分布が実現される。結晶核は、この窪み内のみで発生するので、幅広く、長い結晶粒が2次元位置制御して形成される。マスクと試料の間隙が狭いので、“間隔揺らぎ”も極めて小さい。したがって、大結晶粒の正確な2次元位置制御ができる。この新しい2次元位置制御横方向成長方法を振幅・位相制御ELA (PAMELA: Phase and Amplitude Modulated ELA) と命名した。図3(a)に示したマスクでは、 $x$ 方向に沿って位相が一様に変調されるので、高光強度領域内でも $z$ 方向に鋭い光強度変化が生じる。この悪影響は、熱拡散によってかなり抑制されるが、ない(少ない)方が望ましいことはいうまでもない。すなわち、 $x$ 方向に沿って設けた位相シフトは、光吸収性薄膜が厚い部分のみに局所的に存在することが望ましい。改良型マスク構造の一例を図3(b)に示す。光吸収性薄膜上に堆積した透明膜の表面凹凸を利用して、位相シフトを局所的(光吸収量の最大の所)に設ける。位相シフトによる光強度の主窪みが光強度の低い領域に集中するので、結晶核の発生位置をさらに狭めることができる。なお、表面の凹凸によって回折現象も生じ得る。回折は光線を光吸収性薄膜が厚い所に集める傾向があるので、光吸収性薄膜の膜厚分布には、この回折の効果をあらかじめ取り込んでおけばよい。

## 4. 実験方法と実験結果

### 4.1 AM-ELA

石英基板上にSiON膜をプラズマCVD堆積した。膜厚は約1  $\mu\text{m}$ とした。この堆積膜上に厚いフォトリソレジストを塗布してから、図4に示す菱形パターンのアレー(短軸側ピッチ=4  $\mu\text{m}$ , 長軸側ピッチ=20  $\mu\text{m}$ )を用いて、露光し、現像した。露光に際しては、マスクと石英基板間に数  $\mu\text{m}$  の間げきを設けることにより、光強度変化を緩やかにした。現像後、緩やかな膜厚変化の

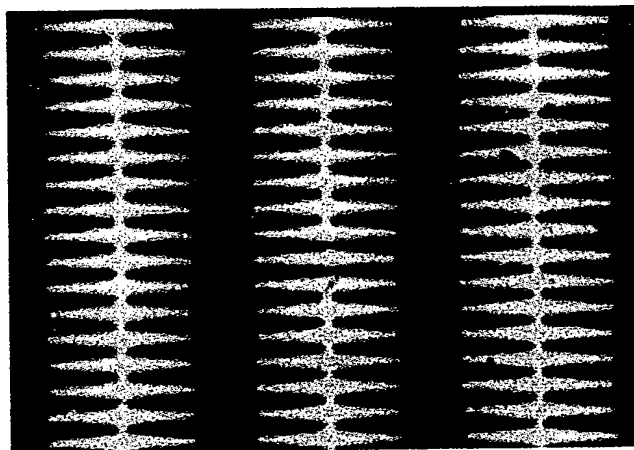


図4 AM-ELA用マスクの作製に用いたパターン  
Fig. 4 Patterns for fabricating an AM-ELA mask.

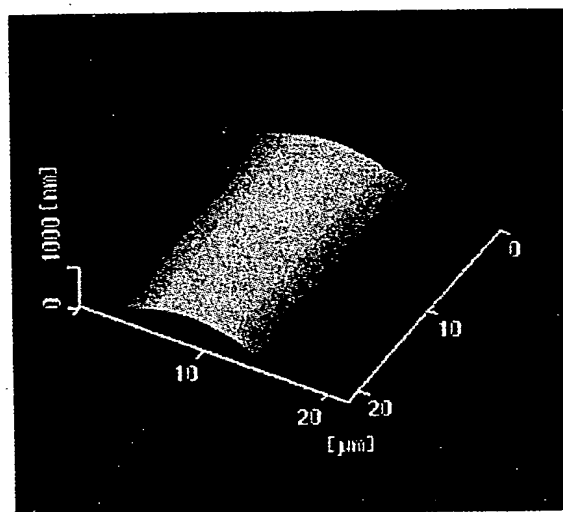


図5 作製したAM-ELA用マスクの表面AFM像  
Fig. 5 An AFM image of the mask for the AM-ELA method.

あるレジスト膜をマスクとして、 $\text{CF}_4$ を用いたリアクティブイオエッチングにより、レジストパターンがなくなるまでエッチングした。AFM像を図5に示す。SiON膜は緩やかに波打っており、その一部は完全に除去されている。光強度の最小値/最大値比は約0.7と見積もられた。

このマスクを試料(キャップ $\text{SiO}_2$ 膜厚=200 nm, Si膜厚=200 nm, 有機SOG下地膜厚=400 nm)に載せて、均一レーザー光で結晶化した。図6にセコエッチ後の表面SEM写真を示す。結晶粒は、照射エネルギー密度が最も低い付近から、双方向に成長して、照射エネルギー密度が最大値をとる付近で、反対方向から成

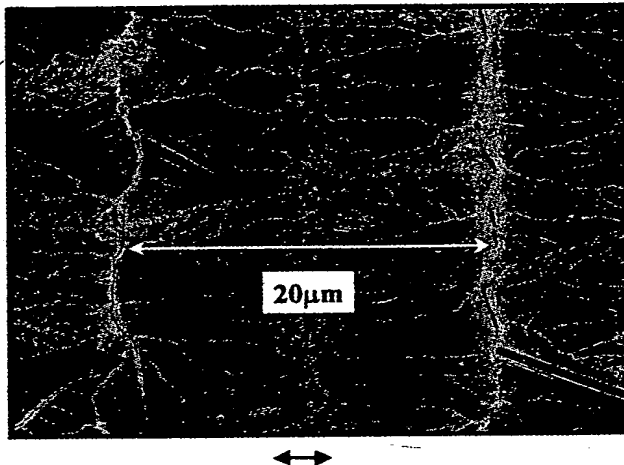


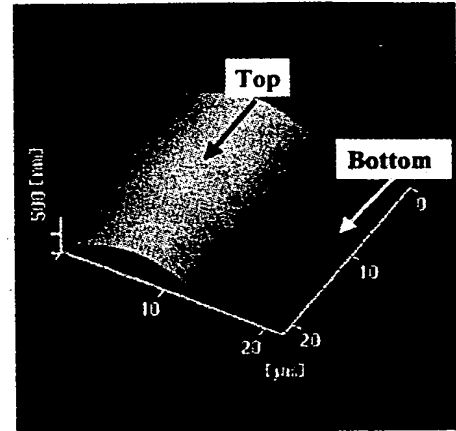
図6 AM-ELA法で結晶化した試料表面のSEM写真 (secco エッチ後)

Fig. 6 SEM photograph of a sample crystallized by the AM-ELA method. (After Secco etching)

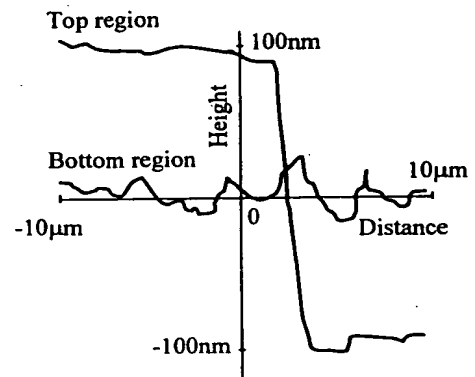
長してきた結晶粒と衝突して、その成長を停止する。試料のほぼ全面が大結晶粒で占められている。結晶粒の幅は、その長さに比べて短く、しかも幅方向の位置は無秩序に変化している。これらの原因は、前述したように、(照射エネルギー密度が最低値をとる付近に現れる) 結晶核が大量に発生する領域が帯状にできることにある。

#### 4.2 PAM-ELA

SiON 光吸収性薄膜を同様な手法でバターニングしてから SiO<sub>2</sub> 膜を厚く堆積し、次いで、厚いフォトリジストを塗布して、緩やかな凹凸に直交した帯状パターンマスクを用いて露光の後、現像した。現像では、感光したレジスト膜の表面付近のみが選択的に除去されるように、条件を調節した。その後、リアクティブイオンエッチングを行い、下部 SiO<sub>2</sub> 膜の一部を取り除いた。SiO<sub>2</sub> 膜表面が窪んでいる部分では塗布レジスト膜が厚いので、現像後も十分な膜厚のレジスト膜が感光部分にも残っている。このため、SiO<sub>2</sub> 膜はほとんどエッチングされない。SiO<sub>2</sub> 膜表面が突起し、しかもレジスト膜が感光した領域のみで SiO<sub>2</sub> 膜のエッチングが生じる。このようにして作製した PAM-ELA 用マスクの表面 AFM 像を図 7(a) に示す。SiO<sub>2</sub> 膜表面は全体として、一方向に緩やかに波打っている。そして、図 7(b) に明示するように、これに直交する方向では、



(a)



(b)

図7 作製した PAM-ELA 用マスクの表面 AFM 像 (a) と表面段差の場所依存性 (b)

Fig. 7 An AFM image of the Mask for the PAM-ELA method (a) and position-dependent steps on the surface (b).

尖った部分でステップが形成され、窪んだ部分ではステップはない。なお、窪んだ部分の“表面荒れ”はホットエッチング条件が最適化されていないことによる。

図 8 にこのマスクを用いて結晶化した Si 膜の表面 SEM 像 (secco エッチ後) を示す。マスクは試料に直接乗せてある。帯状にできた低光強度領域 (C) の中に、これに直交するように短い細線 (D) が走っている。この細線は、位相シフトによって作られた光強度の窪んだ領域に対応する。そして、この細線の端から大きな結晶粒 (A) が成長している。(A) と対称な領域 (B) では、結晶粒は数個に分かれている。この非理想状態の原因としては、位相シフトがまだ十分には働いていないことによると思われる。位相シフトを最適化することは、今後の課題である。



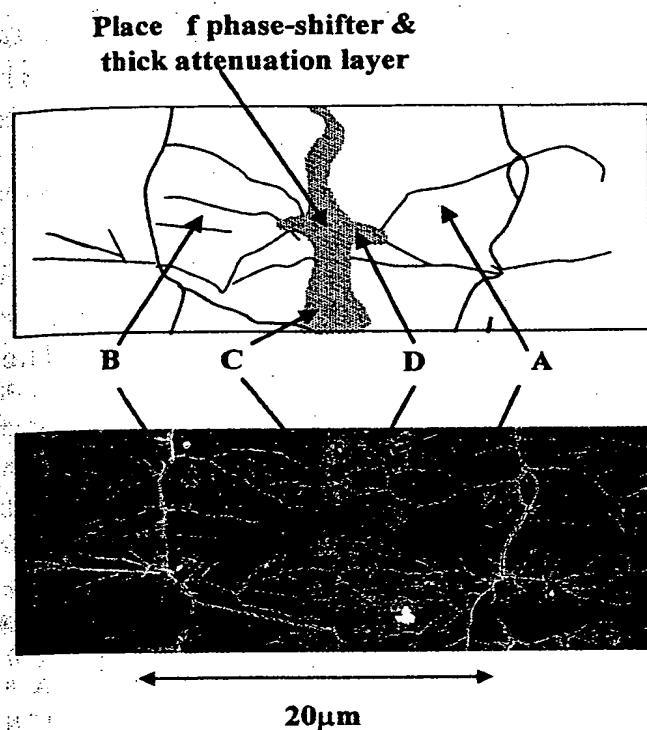


図8 PAM-ELA法で結晶化した試料表面のSEM写真(下)と概念図(上)(Secco エッチ後)

Fig.8 SEM photograph (bottom) and its schematics (top) for a Secco-etched sample crystallized by the PAM-ELA method.

## 5. む す び

振幅・位相制御ELA (PAM-ELA) 法を提案・検証した。この方法では、マスク・試料間の空間を狭く保ちつつ、試料表面に沿った一方向には周期的な鋭い光強度窪みをもち、もう一方向には緩やかな光強度変化を実現できる。この結果、“間隔揺らぎ”なしに、2次元位置制御した大結晶粒を形成できる。また、試料一位相シフト間距離が極めて短いために、レーザ光の空間コヒーレンス長が短くてよいから、ホモジナイザを通したレーザ光も使える。すなわちレーザ光強度が2～3倍程度強まるように集光すれば、既存の量産用ELA装置を活用できる可能性がある。このPAM-ELAでは同一領域を多数回照射する必要はない。したがって、スループットが1けた程度向上するという副次的効果も期待できる。

## 文 献

- [1] T. Sameshima, S. Usui, and M. Sekiya, IEEE Electron Devices Lett., vol.7, p.276, 1986.
- [2] D. H. Choi, K. Shimizu, O. Sugiura, and M. Matsumura,

Jpn. J. Appl. Phys., vol.31, p.4545, 1992.

- [3] K. Ishikawa, M. Ozawa, C. H. Oh, and M. Matsumura, Jpn. J. Appl. Phys., vol.37, p.731, 1998.
- [4] C. H. Oh, M. Ozawa, and M. Matsumura, Jpn. J. Appl. Phys., vol.37, p.L492, 1998.
- [5] J. S. Im, M. A. Crowder, R. S. Sposili, J. P. Leonard, H. J. Kim, J. H. Yoon, V. V. Gupta, H. Song, and H. S. Chio, Phys. Stat. Sol., (a) vol.166, p.603, 1998.
- [6] L. Mariucci, R. Carluccio, A. Pecora, V. Foglietti, G. Fortunato, and D. D. Sala, Proc. AM-LCD 99, p.283, 1999.
- [7] R. Ishihara, A. Burtsev, and P. F. A. Alkemade, Jpn. J. Appl. Phys., vol.39, p.3872, 2000.
- [8] W. C. Yeh, and M. Matsumura, Jpn. J. Appl. Phys., vol.41, p.1909, 2002.
- [9] M. Nakata and M. Matsumura, Electrochemical Society Proceedings, vol.2000-31, p.148, 2000.
- [10] M. Nakata, K. Inoue and M. Matsumura, Jpn. J. Appl. Phys., vol.40, p.3049, 2001.
- [11] M. Ozawa, C.H. Oh, and M. Matsumura, Jpn. J. Appl. Phys., vol.38, p.5700, 1999.

(平成13年1月7日受付)



井上 弘毅 (正員)

2000東京農工大大学院修士課程了。同年、(株)半導体エネルギー研究所入社。



中田 充 (正員)

平11東工大・工・電気電子卒。平13同大学院修士課程了。同年日本電気(株)入社。以来、薄膜トランジスタの研究に従事。



松村 正清 (正員：フェロー)

1966東京工業大学大学院理工学研究科修士課程了。同年、日本電気(株)に入社。1976東京工業大学工学部助教授に任官。1985同教授。2001同学を定年退官。同年、(株)液晶先端技術開発センターに入社し、現在にいたる。この間、半導体デバイス、特に薄膜トランジスタに関する研究開発に従事。応用物理学会会長(1999～2001)。